

тий-ионов в рудах с высоким содержанием щелочных и щелочно-земельных ионов необходима разработка экспрессного, надежного и неразрушающего метода. В настоящей работе для решения этой задачи выбран потенциометрический метод определения, основанный на использовании литий-селективного электрода ЭЛИС-142Li. Мембрана этого электрода выполнен в виде стеклянного шарика, имеющего состав  $\text{Li}_2\text{O} - 15\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 25\%$ ,  $\text{SiO}_2 - 60\%$ .

Измерения выполняли на потенциометрической установке, схема которой приведена на рис. 1. Установка состоит из литий-селективного электрода ЭЛИС-142Li 1, хлорсеребряного электрода сравнения ЭВЛ-1МЗ

2, термомера 3 и измерительного прибора 4. Li-селективный электрод ЭЛИС-142Li предназначен для измерения концентрации Li-ионов в диапазоне  $10^{-1} - 10^{-4}$  М. В ЛГМС необходимо измерять более низкие  $C_{\text{Li}}$  в диапазоне  $10^{-6} - 10^{-7}$  М. Для этого в растворы вводили фоновый электролит 0,48 г/л  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

Влияние различных концентраций натрия-ионов при измерении концентрации литий-ионов показано на рис. 2.

Показано, что при концентрации NaCl не более 35 мг/л обеспечивается надежность измерения концентрации Li-ионов в диапазоне  $10^{-6} - 10^{-7}$  М.

### Список литературы

1. Коцупало Н.П., Рябцев А.Д. *Химия и технология получения соединений лития из литиевого гидроминерального сырья.* – Новосибирск: издательство «Гео», 2008. – 291 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ РАЗЛОЖЕНИЯ ФТОРИДА АММОНИЯ ПРИ ВСКРЫТИИ ИЛЬМЕНИТОВЫХ ШЛАКОВ И КОНЦЕНТРАТОВ

Г.С. Багдасарян

Научный руководитель – к.т.н., доцент инженерной школы ядерных технологий А.С. Кантаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, bagdasaryan@tambo.ru

На данный момент существует необходимость перехода от старых технологий получения диоксида титана из руд, концентратов и шлаков к более прогрессивным. Серноокислый метод получения, широко применяемый в промышленности, имеет недостатки: сложность и многостадийность процессов и многочисленные отходы. Альтернативой является фтораммонийный метод получения диоксида титана. Этот метод прост и позволяет регенерировать фторирующий агент: фторид аммония. Так достигается замкнутость технологического процесса и недостатки, приведённые выше, сводятся к минимуму [1].

Фторид аммония получают как побочный продукт при производстве фосфатных удобрений из апатита или фосфорита, что уменьшает затраты на производство [2].

При взаимодействии ильменита со фторидом аммония параллельно протекают две реакции: основная – фторирование ильменита и по-

бочная – разложение фторида аммония. Чтобы исключить влияние последней при проектировании реакторов необходимо провести исследования по скорости его разложения.

Ход эксперимента выглядел следующим образом. Фторид аммония массой 2 грамма загружался в платиновый тигель (1), а он – в печь с нагревательным элементом. Печь (2) подключена к блоку питания (4), который позволял поддерживать постоянную температуру. Вместе с этим производилось измерение массы с помощью аналитических весов (3). Показания весов стекались на компьютер (5, 6) и фиксировались с интервалом в 10 секунд между соседними измерениями. На компьютере автоматически строился график зависимости массы фторида аммония при трёх различных температурах (175 °С, 210 °С и 245 °С) от времени разложения.

Произведён пересчёт на степень разложения.

Для описания процесса разложения была

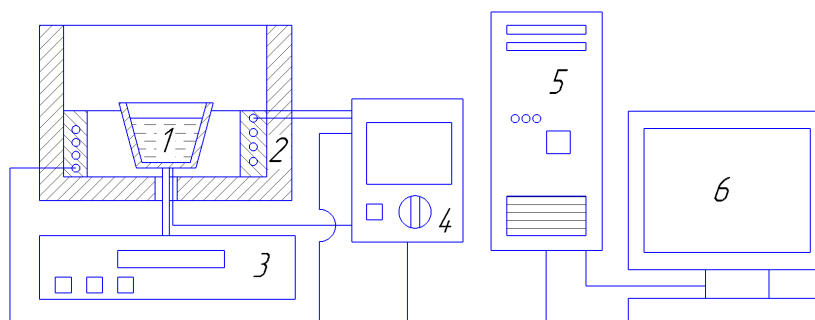


Рис. 1. Схема кинетической установки

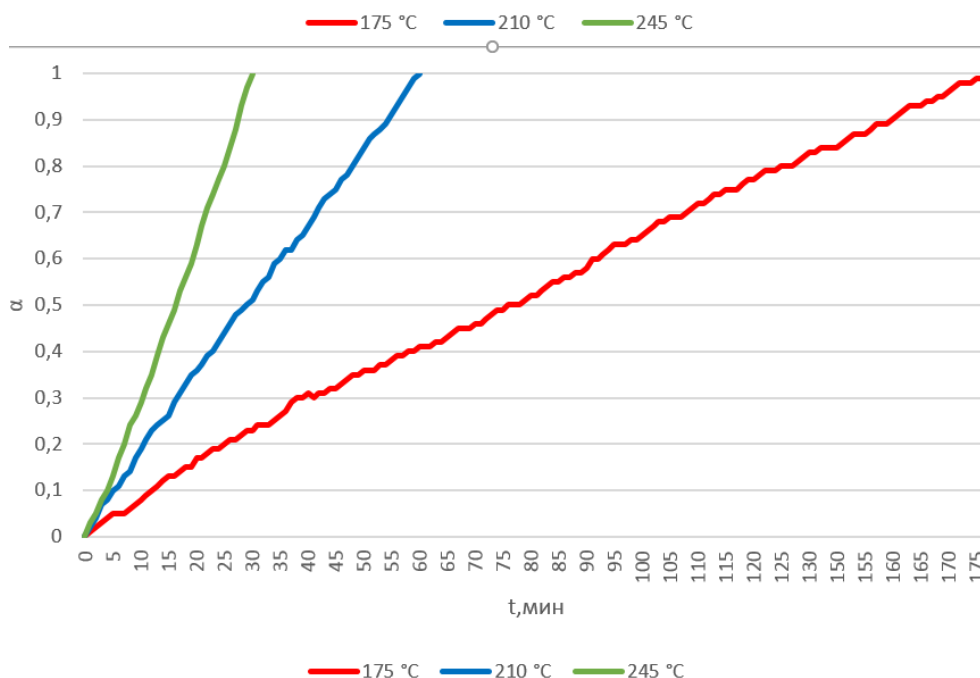


Рис. 2. Зависимости степени разложения от времени

использована модель сокращающейся сферы. Отсюда определяются температурные константы скорости при трёх температурах. Для нахождения предэкспоненциального множителя и энергии активации процесса пользуемся уравнением Аррениуса. Это позволяет получить конечное выражение для степени разложения:

$$\alpha = 1 - (1 - 0,24 \cdot \exp^{-31500/RT} \cdot t)^3$$

Расчёт производился по методике, указанной в источнике [3].

Полученное выражение помогает рассчитать массу фторида аммония, разлагающегося при данной температуре и времени протекания химической реакции. Зная массу фторирующего агента, загружаемого в реактор, можно опре-

делить сколько вещества уходит на побочную и основную реакцию, так:

$$m_0 = m - m_{\text{п}}$$

где  $m_0$  – масса фторида аммония, идущего на основную реакцию,  $m_{\text{п}}$  – масса фторида аммония, идущего на побочную реакцию,  $m$  – масса фторида аммония, поступающего в реактор.

Полученное выражение можно использовать при вычислении геометрических размеров химических реакторов или/и при определении их производительности, при заданных начальных условиях. Эти кинетические данные могут быть полезны в технологиях получения различных соединений, в том числе и диоксида титана.

## Список литературы

1. Дьяченко А.Н. // Журн. Известия Томского политехнического университета, 2006. – Т.309. – №3. – С.99–101.
2. Раков Э.Г. Фториды аммония. – М.: ВНИИ-ТИ, 1988. – 155с.
3. Дьяченко А.Н. Практикум по гетерогенной химической кинетике. – Т.: ТПУ, 2004. – 23с.

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ  
МОНАЦИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

К.Д. Ваганов, Ю.О. Кузнецова

Научный руководитель – к.т.н., ассистент А.Н. Страшко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, kdv1@tpu.ru

К настоящему времени произошло значительное увеличение потребностей в электроэнергии, что привело к возрастанию расхода тепловыделяющих источников и, следовательно, сокращения запасов источников энергии. Решением данной проблемы может стать замкнутый ториевый топливный цикл, более распространенный тяжелый сырьевой металл, его запасы в три раза превышают запасы урана [1]. Одним из важнейших промышленных минералов тория является монацит, который представляет собой трудно перерабатываемую смесь фосфатов редкоземельных элементов (Ce, La, Nd...)(PO<sub>4</sub>). Содержание окисей редких земель достигает 60–80%. Часто содержит примеси ThO<sub>2</sub> (до 10% и более), Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (до 5%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (18,4–31,5%), UO<sub>2</sub> (до 6,6%) [2].

В гетерогенных процессах имеет большое значение дисперсность твердой фазы. При уменьшении размера частиц увеличивается рас-

творимость вещества. С увеличением дисперсности повышается скорость диффузии растворенного вещества. Степень измельчения влияет на скорость и полноту протекания процесса.

Объектом исследования являлся монацитовый концентрат, а цель данной работы – способность его к разложению и определение размеров частиц с использованием методики седиментационного анализа.

Авторами было рассмотрено два метода разложения монацита: щелочной (NaOH) и кислотный (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). При помощи рентгенофлуоресцентного анализа был установлен качественный состав монацита (Th, Y, Zr, La, Ce, Pr, Nd, Hf, Fe, Zn, Ti, Cr). Было взято 4 одинаковые пробы и в течение 5, 10, 15 и 20 мин проводилось сернокислотное вскрытие. После этого при помощи того же метода были проанализированы осадки на содержание в них компонентов. Выяснилось, что РЗЭ и Th перешли в раствор.

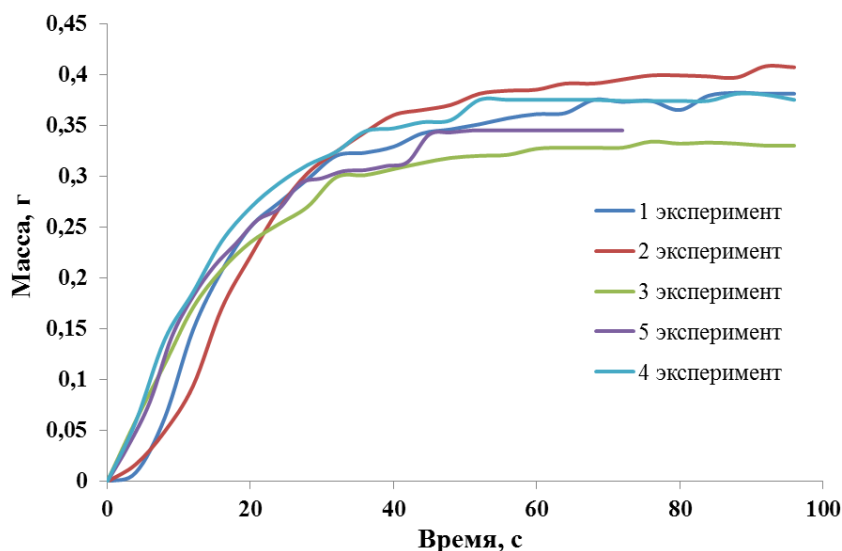


Рис. 1. Зависимость массы монацитового концентрата, достигшего платформы, от времени